

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

② Anmeldenummer: 88111479.7

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>: F23J 15/00 , F23G 5/16 ,  
F23L 7/00

② Anmeldetag: 16.07.88

③ Priorität: 24.07.87 DE 3724563

④<sup>3</sup> Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
25.01.89 Patentblatt 89/04

Benannte Vertragsstaaten:  
BE CH DE FR GB LI LU NL SE

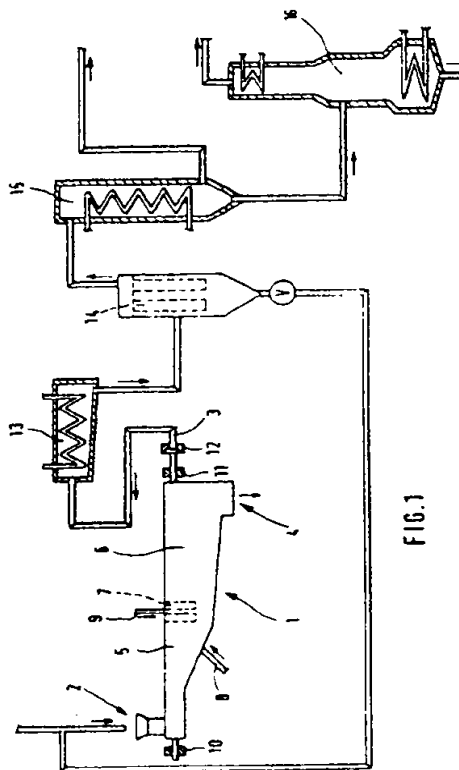
71 Anmelder: Kernforschungsanlage Jülich  
GmbH  
Wilhelm-Johnen-Strasse  
D-5170 Jülich(DE)

Erfinder: Ringel, Helmut, Dr.  
Mühlengraben 12  
D-5162 Niederzier-Hambach(DE)

⑦4 Vertreter: **Paul, Dieter-Alfred, Dipl.-Ing.**  
Fichtestrasse 18  
D-4040 Neuss 1 (DE)

54 Verfahren zur thermischen Behandlung von Abfällen sowie Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

57) Bei einem Verfahren zur thermischen Behandlung von Abfällen, insbesondere von Sonderabfällen, wird der Abfall einer Verbrennungskammer zugeführt und unter Anfall von Schlacke, Abgas und Flugstaub verbrannt, wobei der mit dem Abgas herausgeführte Flugstaub anschließend abgetrennt wird. Damit wesentlich geringere Mengen an mit Schwermetallen kontaminiertem Flugstaub anfallen und die Möglichkeit eröffnet wird, die Schwermetalle wiederzugewinnen, wird der Flugstaub in eine Feinstaubfraktion aufgeteilt und nur die Grobstaubfraktion zurückgeführt und in die flüssige Schlacke unter Verdampfung der anhaftenden, flüchtigen Schadstoffe eingebunden, während die an der Feinstaubfraktion anhaftenden Schadstoffe wiedergewonnen werden.



**EP 0 300 396 A2**

## Verfahren zur thermischen Behandlung von Abfällen sowie Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur thermischen Behandlung von Abfällen, insbesondere von Sonderabfällen, bei dem der Abfall einer Verbrennungskammer zugeführt und dort unter Anfall von Schlacke und Flugstaub verbrannt wird, wobei der mit dem Abgas herausgeführte Flugstaub anschließend abgetrennt wird. Ferner bezieht sich die Erfindung auf eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens mit einem Verbrennungssofen mit Verbrennungsgaszufuhr, einer Ofenzuführeinrichtung zum Einführen des Abfalls, einem Abgasrohr, einem Schlackenausstrag sowie mit einer Trenneinrichtung zur Abtrennung zumindest eines Teils der Flugasche aus dem Abgas.

Die thermische Behandlung von Abfällen geschieht in der Regel in sogenannten Müllverbrennungsanlagen. Dort wird der Abfall in Verbrennungskammern zugeführt und unter Anfall von Schlacke, Abgas und Flugstaub verbrannt. Das Abgas enthält die Verbrennungsprodukte  $H_2O$  und  $CO_2$  sowie restliche Schadstoffe, wie z. B. Kohlenwasserstoffe und Schwermetallspuren. Der Flugstaub wird aus dem Abgas herausgefiltert und als Reststoff deponiert. Entsprechendes gilt für die bei der Abgasreinigung anfallenden Salze. Als Schadstoffe fallen dabei Halogene, restliche Kohlenwasserstoffe sowie die flüchtigen Schwermetalle und als Hauptbestandteile die Schlackenbildner an.

Zur thermischen Behandlung von Sonderabfällen sind Müllverbrennungsanlagen der KHD Humboldt Wedag AG, D-5000 Köln bekannt, bei denen der zerkleinerte Abfall in einer Verbrennungskammer mit Hilfe von technischem Sauerstoff und Altöl bei Temperaturen von mehr als  $1600^\circ C$  verbrannt wird. Dies hat zur Folge, daß alle organischen Komponenten bzw. Schadstoffe zersetzt und in das Abgas überführt werden. Die entstehenden Schlacken werden in einem Unterofen gesammelt und sind dann deponiefähig bzw. für die Verwendung im Tiefbau geeignet. Die Schadstoffe im Abgas werden durch einen Elektrofilter und durch einen Naßwäscher mit Kühlfällen und Aktivkohle-Absorber entfernt. Die entstehende Abwärme wird zur Aufheizung eines Mediums genutzt, das dann einer zweistufigen Turbine zur Stromerzeugung zugeführt wird.

Nachteilig bei dem bekannten Verfahren zur thermischen Behandlung von Abfällen ist die Tatsache, daß große Mengen Flugstaub anfallen, die Träger von Schadstoffen insbesondere von flüchtigen Schwermetallen, sind. Ihre Endlagerung ist nur auf Sondermülldeponien oder Untertagedeponien möglich. Dies ist jedoch keine befriedigende Lösung, da hiermit langfristige Beeinträchtigungen

der Umwelt nicht ausgeschlossen werden können.

In der DE-A-29 46 408, der EP-A-0 186 224 und der DE-A-21 54 156 sind Verfahren beschrieben, bei denen in chemischen oder physikalischen Verfahren abgefangene Abfallstoffe in Teilchenform, die mit Schadstoffen, insbesondere Zink, Cadmium oder Kupfer, belastet sind, in geschmolzenes, mineralisches Material, wie beispielsweise Abfallschlacken eingemischt werden. Ziel dieser Verfahren ist es, die Schadstoffe dadurch deponierfähig zu machen, daß sie mit den staubförmigen Teilchen in die Schlacke eingeschmolzen und hierdurch eingeschlossen werden. Ein Auslaugen dieser Schadstoffe aus der Schlacke soll nach dem Erstarren praktisch ausgeschlossen sein, d. h. es soll auch auf lange Dauer keine Beeinträchtigung von Wasser und Luft stattfinden, wenn solche erstarrten Schlacken in Mülldeponien abgelagert werden.

Entgegen der vorstehenden Annahme ist diese Schadstoffdeponierung nicht zuverlässig, d. h. man kann nicht sicher sein, daß nach längerer Zeit nicht dennoch Schadstoffe aus dem Schlackenmaterial austreten. Ferner ist nicht zu vermeiden, daß beim Einschmelzen feiner Flugstaub entsteht, an den sich Schadstoffe wegen dessen großer Oberfläche gern anlagern und der nicht in die Schlacke eingeschlossen wird. Dieser Flugstaub belastet dann die Luft.

Nach Rasch, Flugasche, Schmelzschlacke, Müllschlacke und ihre industrielle Verwertung in Chemiker-Zeitung, Chemische Apparatur, Jahrgang 84, Nr. 17, 1960, Seiten 564 bis 567. Seiten 564 bis 567, insbesondere Seite 566, ist es bekannt, Flugasche aus Stein- und Braunkohlenstaubeuerungen in Zyklonen, Elektrofiltern oder Hochleistungsfaltern abzuscheiden und entweder direkt abzusaugen oder der Feuerung zum Einschmelzen wieder zuzuführen. Abgesehen davon, daß dieses Verfahren bei der Verbrennung von Abfällen bisher unbekannt ist, entstehen auch hier Feinstäube, die mit Schadstoffen hoch belastet sind und in den Trenneinrichtungen nicht abgeschieden und damit der Luft hinzugeführt werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu finden, bei dem wesentlich geringere Mengen an mit Schwermetallen kontaminiertem Flugstaub anfallen und das die Möglichkeit eröffnet, die Schwermetalle wiederzugewinnen. Eine weitere Aufgabe besteht darin, eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens bereitzustellen.

Was das Verfahren angeht, so wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Flugstaub in eine Grobstaubfraktion und in eine

Feinstaubfraktion aufgeteilt und nur die Grobstaubfraktion in die flüssige Schlacke unter Verdampfung der anhaftenden, flüchtigen Schadstoffe eingebunden wird, während die an der Feinstaubfraktion anhaftenden Schadstoffe wiedergewonnen werden.

Mit der vorliegenden Erfindung wird also eine Flugstaubrezyklierung vorgenommen, bei der der anfallende Flugstaub teilweise an seinen Entstehungsort zurückgeführt und dort in die bei der Verbrennung des Abfalls anfallende Schlacke eingebunden wird. Die Temperatur und die Verweilzeit der Schlacke kann dabei so eingestellt werden, daß die an dem zurückgeführten Flugstaub anhaftenden, flüchtigen Schadstoffe praktisch vollständig vergasen, so daß in der Schlacke im wesentlichen nur der mineralische Staubanteil der Flugasche verbleibt und den Verbrennungssofen mit der Schlacke verläßt. Die so frei gewordenen flüchtigen Schadstoffe lagern sich bei der Abkühlung des Abgases wieder an dem Flugstaub an, und zwar insbesondere an den feinen Staubteilchen. Diese feinen Staubteilchen werden entsprechend der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung aufgefangen, wobei ihre Menge vergleichsweise gering ist. Die daran anhaftenden Schadstoffe werden wiedergewonnen, so daß praktisch kein schadstoffbelasteter Flugstaub mehr anfällt.

Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, daß die Aufteilung in die Grob- und in die Feinstaubfraktion bei einer Partikelgröße von 50 µm erfolgt. Die Aufteilung kann mittels Schlauchfiltern, Zyklonen und/oder Elektrofiltern, aber auch mit anderen Trenneinrichtungen, durchgeführt werden.

Was die Behandlung der Feinstaubfraktion angeht, so ist vorgeschlagen, daß das Abgas mit der Feinstaubfraktion einer naß-physikalischen und/oder einer naß-chemischen Trennung unterworfen und dabei die Feinstaubfraktion in Schwermetalle und Schlackenanteile aufgetrennt wird. Die Trennung kann dabei derart erfolgen, daß das Verbrennungswasser im Abgas kondensiert und dabei die Feinstaubfraktion aus dem Abgas ausgewaschen und das Kondensat anschließend destilliert werden, wobei die Schwermetalle aus dem Destillatrückstand wiedergewonnen werden. Auf Grund dieser Verfahrensschritte wird das CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O-Gemisch durch Auskondensieren der H<sub>2</sub>O-Fraktion getrennt, wobei der größte Anteil an Feinstaub mit angelagerten Schwermetallen, eventuelle Schwermetalldämpfe, HCL und SO<sub>2</sub> abgeschieden werden. Die anschließende Destillierung des so erhaltenen Kondensats erbringt ein reines H<sub>2</sub>O-Kopfprodukt und ein Sumpfprodukt aus HCL-Säure mit gelösten Schwermetallen und ungelöstem Feinstaub. Die Schwermetalle können dann durch naß-chemische Trennprozesse, z.B. Fällung, wiedergewonnen werden.

Das Einbinden der zurückgeführten Grobstaub-

fraktion in die flüssige Schlacke kann auf verschiedene Weise erfolgen. swewe kann der zurückgeführte Flugstaub direkt in die Verbrennungskammer eingeführt und dort in die flüssige Schlacke eingebunden werden. Dies kann durch Aufblasen des zurückgeführten Flugstaubes auf die flüssige Schlacke geschehen. Zweckmäßig ist es auch, wenn der zurückgeführte Flugstaub in eine solch heiße Verbrennungszone innerhalb der Verbrennungskammer eingeführt wird, daß die Partikel zumindest teigig werden, also miteinander verkleben und als vergrößerte Partikel ausfallen.

Der zurückgeführte Flugstaub kann dem Abfall auch schon vor der Verbrennungskammer zugegeben und mit diesem in die Verbrennungskammer eingeführt werden. Insbesondere bei dieser Form der Zuführung empfiehlt es sich, den Flugstaub vorher stückig zu machen, also beispielsweise zu pelletieren und/oder zu verpressen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Schlacke in der Verbrennungskammer über einen längeren Zeitraum bis zur möglichst weitgehenden Verdampfung der Schadstoffe flüssig gehalten wird, wobei dieser Zeitraum durchaus mehr als eine Stunde betragen kann. Hierdurch werden die eigentlichen - auf der Deponie löslichen - Schadstoffe ausgetrieben. Insbesondere ist hierdurch sichergestellt, daß die mit dem zurückgeführten Flugstaub in die Schlacke eingebrachten, flüchtigen Schwermetalle vergast werden. Dabei ist es zweckmäßig, daß die Temperatur in der Verbrennungskammer, insbesondere im Bereich der Schlackenbildung, oberhalb von 1200 °C, vorzugsweise im Bereich 1350 °C gehalten wird. Für die Austreibung der Schadstoffe ist es dann noch förderlich, wenn die Schlacke bei der Erschmelzung ausreichend durchmischt wird und wenn zusätzlich metallurgische Verfahrensschritte angewendet werden, wie beispielsweise Frischen mit Sauerstoff und/oder mit chlorhaltigem Gas.

Besonders vorteilhafte Wirkungen werden dann erreicht, wenn zur Verbrennung des Abfalls im wesentlichen technischer Sauerstoff verwendet wird. Hierdurch wird das Abgasvolumen drastisch verringert, was die gezielte Abtrennung der Grobstaubfraktion und deren Rezyklierung vereinfacht. Auch die Handhabung der mit Schwermetallen angereicherten Feinstaubfraktion sowie die Abtrennung der Schwermetalle ist durch die Sauerstoffverbrennung wesentlich vereinfacht, weil das Abgas eine prinzipiell andere Zusammensetzung hat. Es besteht nicht mehr als Hauptbestandteil aus dem praktisch nicht kondensierbaren N<sub>2</sub>, sondern im wesentlichen aus den beiden kondensierbaren Gasen H<sub>2</sub>O und CO<sub>2</sub>. Deshalb lassen sich die Schadstoffe aus dem Abgasstoffsystern durch rein physikalische Trennprozesse, wie sie oben beschrieben sind, nämlich Kondensation und Ver-

dampfung, abtrennen. Dies ist zwar energieaufwendig, vermeidet bzw. reduziert aber die Verwendung von Chemikalien bei der Abgasreinigung.

Weitere Vorteile durch die Verbrennung mittels technischem Sauerstoff bestehen darin, daß der thermische Wirkungsgrad verbessert und vermindert wird, daß große Stickstoffmengen aus der Umgebung angesaugt, verunreinigt und sofort wieder aufwendig gereinigt werden müssen. Außerdem lassen sich mit technischem Sauerstoff problemlos hohe Verbrennungstemperaturen und lange Abgasverweilzeiten verwirklichen. Die Verwendung von technischem Sauerstoff ist vor allem geeignet für Sonderabfälle, da organische Bestandteile praktisch vollständig zersetzt werden. Die wesentlich verringerten Abgasmengen erleichtern die Flugstaubeinbindung in die Schlacke, denn die Abgasgeschwindigkeiten sind ebenfalls entsprechend gering, d. h. das Ausblasen von Flugstaub wird wesentlich herabgesetzt.

Die Verbrennung des Abfalls in der Verbrennungskammer erfolgt zweckmäßigerweise zweistufig, wobei der Abfall in der ersten Stufe unter Bildung flüssiger Schlacke und Abgas verbrannt und vergast wird und das Abgas in der zweiten Stufe durch weitere Verbrennungsgaszugabe vollkommen verbrannt wird. Gleichzeitig wird dabei die schon in der ersten Verbrennungsstufe mehr oder weniger gut ausgebrannte flüssige Schlacke in der zweiten Stufe weiter flüssig gehalten. Auf diese Weise lassen sich die Verweilzeiten, die notwendig sind, um die mit dem zurückgeführten Flugstaub in die Schlacke eingeführten, flüchtigen Schwermetalle herauszutreiben, ohne weiteres erreichen.

Der Schlackentransport durch die Verbrennungskammer kann unterstützt werden, wenn die Schlacke Schwenkbewegungen der Verbrennungskammer um eine Längsachse ausgesetzt wird.

Bezüglich der Vorrichtung wird die eingangs gestellte Aufgabe dadurch gelöst, daß zwischen der Trenneinrichtung und dem Verbrennungssofen eine Rückführeinrichtung zur Rückführung einer abgetrennten Grobstaubfraktion des Flugstaubes in den Verbrennungssofen vorgesehen ist und daß hinter der Trenneinrichtung zumindest eine Trennstufe zur Wiedergewinnung der Schadstoffe vorgesehen ist, die an der die Trenneinrichtung passierenden Feinstaubfraktion anhaften.

Für die an die Trenneinrichtung anschließende, naß-physikalische und naß-chemische Trennstufe werden ein Kondensator zum Abtrennen des Verbrennungswassers mit der Feinstaubfraktion und eine Destilliereinrichtung zum anschließenden Verdampfen des Verbrennungswassers vorgeschlagen. Diese Destilliereinrichtung kann beispielsweise als Rektifikationskolonne ausgebildet sein. In einer naß-chemischen Trennstufe wird vorzugsweise der Destillatrückstand aus der Destilliereinrichtung in

Schlackenanteile und Schwermetalle aufgetrennt.

Die Rückführeinrichtung kann - wie oben schon verfahrensmäßig vorgeschlagen - alternativ so ausgebildet sein, daß sie einerseits mit dem Verbrennungssofen oder andererseits mit der Ofenzühreinrichtung verbunden ist. Im ersteren Fall ist es zweckmäßig, die Rückführeinrichtung im Bereich der Verbrennungsgaszufuhr münden zu lassen, da hier die höchsten Temperaturen herrschen und damit ein Teigigwerden des Flugstaubes bewirkt wird. Die Rückführeinrichtung kann zusätzlich mit einer Pelletier- und/oder einer Preßeinrichtung ausgerüstet sein, um den zurückgeführten Flugstaub stückig zu machen, bevor er in den Verbrennungssofen eintritt.

Aus den schon oben genannten Gründen ist es zweckmäßig, daß die Verbrennungsgaszufuhr mit einer Einrichtung zur Zuführung von technisch reinem Sauerstoff versehen ist.

Was die Gestaltung des Verbrennungssofens angeht, so ist eine Aufteilung in zwei hintereinanderliegende Ofenkammern zweckmäßig, wobei die Verbrennungsgaszufuhr hauptsächlich in der ersten Ofenkammer erfolgen soll. Die Ofenkammern sind dabei durch eine einen Durchgang im Bereich der Ofenkammersohle frei lassende Trennwand aufgeteilt. Dabei kann im Bereich der Trennwand eine weitere Verbrennungsgaszufuhr erfolgen.

Nach der Erfindung ist ferner vorgesehen, daß im Bereich des Schlackenausstrages ein Gasbrenner zur Erhitzung der Schlacke angeordnet ist. Er unterstützt das Ausbrennen der Schlacke und damit auch das Austreiben von flüchtigen Schadstoffen aus ihr. Im Schlackenausstrag sollte ein Schlackensammeltopf angeordnet sein, über den dann die flüssige Schlacke herausgeführt werden kann. Der Schlackensammeltopf kann mit einer Rühreinrichtung und/oder einer Heizeinrichtung versehen sein, um die Schlacke umwälzen und flüssig halten zu können.

Es ist ferner vorgeschlagen, daß der Verbrennungssofen Stützbrenner zur Aufrechterhaltung einer Temperatur von zumindest 800°C aufweist, was insbesondere dann notwendig ist, wenn die Verbrennungsgase ausschließlich technischer Sauerstoff sind.

Zur Unterstützung des Schlackentransportes sollte die Sohle des Verbrennungssofens zumindest im vorderen Bereich abwärts geneigt sein. Ferner wird vorgeschlagen, daß der Verbrennungssofen um eine Längsachse verschwenkbar aufgehängt ist, was dem gleichen Ziel dient. Alternativ oder sogar in Kombination dazu kann auch eine Verschwenkbarkeit um die Querachse vorgesehen werden. Sofern die Ofenzühreinrichtung und das Abgasrohr koaxial zueinander liegen, sollte die Längsachse, um die der Verbrennungssofen verschwenkbar ist, ebenfalls koaxial dazu verlaufen.

Aus Sicherheitsgründen ist des weiteren vorgeschlagen, daß die Ofenzuführeinrichtung mit einer Eingangsschleuse für den Abfall versehen ist. Sie sollte ein relativ kleines Volumen haben und mit einer Vakuumeinrichtung zum Absaugen der Luft in der Eingangsschleuse in geschlossenem Zustand versehen sein. Ferner sollte eine Spüleinrichtung für die Zuführung von  $\text{CO}_2$  in die Eingangsschleuse und auch in das gesamte, anschließende Ofenzuführrohr vorgesehen sein.

Diese Maßnahmen sind erforderlich, wenn die Verbrennung mittels technisch reinem Sauerstoff erfolgen soll.

Nach der Erfindung ist schließlich vorgeschlagen, daß das Abgasrohr mit einer Kühleinrichtung versehen ist. Alternativ dazu kann jedoch die Abgaswärme zur Erzeugung von Dampf verwendet werden, mit dessen Hilfe Turbinen zur Erzeugung elektrischer Energie betrieben werden können.

In der Zeichnung ist die Erfindung an Hand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Figur (1) ein Apparatefließbild einer Müllverbrennungsanlage,

Figur (2) eine vergrößerte Darstellung des Verbrennungsofens der Müllverbrennungsanlage nach Figur (1),

Figur (3) einen Querschnitt durch den Verbrennungsofen nach Figur (2) in der Ebene A-B.

Die in Figur (1) dargestellte Müllverbrennungsanlage weist einen Verbrennungsofen (1) auf, der an der Eingangsseite eine Ofenzuführeinrichtung (2) und im Bereich der Ausgangsseite ein Abgasrohr (3) und einen Schlackenausstrag (4) aufweist. Er ist in zwei Ofenkammern (5, 6) aufgeteilt, wobei die Aufteilung durch eine nicht bis zur Sohle der Ofenkammern (5, 6) reichende Trennwand (7) geschieht.

In die erste Ofenkammer (5) mündet eine primäre Sauerstoffzufuhr (8), während im Bereich der Trennwand (7) eine sekundäre Sauerstoffzufuhr (9) vorgesehen ist. Der Verbrennungsofen (1) ist in Lagern (10, 11) um seine Längsachse verschwenkbar aufgehängt, wobei sich diese Lager (10, 11) auch vertikal bewegen lassen, so daß der Verbrennungsofen (1) um eine Querachse verstellt werden kann. Der maximale Schwenkwinkel um die Längsachse beträgt  $30^\circ$ .

Das aus dem Verbrennungsofen (1) in das Abgasrohr (3) austretende Abgas passiert eine Abgasrohrkupplung (12) und gelangt in einen Abgaskühler (13), wo es von über  $1200^\circ\text{C}$  auf etwa  $200^\circ\text{C}$  heruntergekühlt wird. Es tritt dann in einen Schlauchfilter (14) ein, in dem der mit dem Abgas beförderte Flugstaub in eine Grob- und in eine Feinstaubfraktion aufgeteilt wird. Die Grenze soll bei etwa  $50\text{ }\mu\text{m}$  Korn liegen. Statt des Schlauchfilters (14) kann - insbesondere bei größeren Abgasmengen - auch ein Zyklon verwendet werden. Die

Grobstaubfraktion wird nach unten weggeführt und wird dem Abfall vor der Ofenzuführeinrichtung (2) zugemischt, gegebenenfalls nach einem Pelletier- und Verpressungsvorgang. Mit dem Abfall gelangt dann die Grobstaubfraktion wieder in den Verbrennungsofen (1) und wird dort in die flüssige Schlacke eingebunden.

Die Feinstaubfraktion bildet nur noch einen kleinen Teil des gesamten Flugstaubes, ist aber nichtsdestoweniger stark angereichert mit flüchtigen Schwermetallen, da sich Schwermetalle insbesondere in den feinsten Kornfraktionen kleiner  $20\text{ }\mu\text{m}$  anlagern. Die so beladene Feinstaubfraktion wird in einen Kondensator (15) eingeführt, wo sie auf eine Temperatur von  $10^\circ\text{C}$  abgekühlt wird. Hierdurch kondensiert das Verbrennungswasser aus, wobei der größte Anteil an mit Schwermetallen angereichertem Feinstaub, Schwermetalldämpfe,  $\text{HCl}$  und  $\text{SO}_2$  abgeschieden werden. Das verbleibende Abgas, bestehend im wesentlichen aus  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$  und  $\text{N}_2$ , kann dann in einer Destillationskolonne weiter gereinigt werden, wobei die nicht kondensierbaren Restgase  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$  und  $\text{N}$  anfallen, während im Sumpf  $\text{CO}_2$ , eventuell zunächst noch verunreinigt mit  $\text{SO}_2$ , verbleiben.

Das nach unten herausgeführte Kondensat gelangt anschließend in eine Rektifikationskolonne (16), wo das Verbrennungswasser herausdestilliert wird. Es entsteht ein reines  $\text{H}_2\text{O}$ -Kopfprodukt sowie ein Sumpfprodukt aus  $\text{HCl}$ -Säure mit gelösten Schwermetallen und ungelöstem Feinstaub. Die übriggebliebene Menge an Filterstaub ist nur noch unbedeutend. Die Schwermetallanteile können durch weitere chemische Trennprozesse zurückgewonnen werden, so daß vom Flugstaub letztendlich nur noch deponierfähige Reste übrigbleiben.

Der in den Figuren (2) und (3) detaillierter dargestellte Verbrennungsofen (1) mit der ersten Ofenkammer (5) und der zweiten Ofenkammer (6) hat eine Wandung, die aus einem äußeren Blechmantel (17), einer Steinwolleauskleidung (18) und an der Innenseite einer Ofenausmauerung (19) aus Feuerfeststeinen besteht. Die Verbrennung in den beiden Ofenkammern (5, 6) kann über zwei abgeschirmte Fenster (20, 21) beobachtet werden.

Die primäre Sauerstoffzufuhr (8) erfolgt durch jeweils drei Düsen in den Seitenwandungen des Verbrennungsofens (1), und zwar etwas oberhalb der schräg nach unten laufenden Sohle (22) der ersten Ofenkammer (5). Die sekundäre Sauerstoffzufuhr (9) geschieht im Bereich der Trennwand (7) und bewirkt eine vollständige Verbrennung der erzeugten Abgase in der zweiten Ofenkammer (6). Zusätzlich sind Stützbrenner (23, 24) vorgesehen, und zwar der erste Stützbrenner (23) im Bereich der Oberseite der ersten Ofenkammer (5) und der zweite Stützbrenner (24) im Bereich des Schlackenausstrages (4). Die Stützbrenner (23, 24) dienen

dazu, den Ofen vor der Abfallverbrennung aufzuheizen, denn aus Sicherheitsgründen muß der Ofeninnenraum beim Verbrennen immer auf mindestens 600°C gehalten werden, da sich nur oberhalb dieser Temperatur kein explosives Gasgemisch bilden kann.

Die Ofenzuführeinrichtung (2) weist einen Einfülltrichter (25) und eine Mülleingangsschleuse (26) auf. Diese besteht aus einem senkrecht verlaufenden Rohr mit zwei übereinander im Abstand angeordneten Schiebern (27, 28), deren Bewegung durch die Doppelpfeile C, D angedeutet ist. Nach Öffnen des ersten Schiebers (27) kann so viel Müll eingefüllt werden, bis der Raum zwischen den beiden Schiebern (27, 28) gefüllt ist. Nach Schließen des oberen Schiebers (27) wird die Luft aus der Mülleingangsschleuse (26) abgesaugt und CO<sub>2</sub> eingespült. Auch in das an die Mülleingangsschleuse (26) anschließende, waagerechte Eingaberohr (29) wird CO<sub>2</sub> eingeleitet. Erst dann wird der untere Schieber (28) geöffnet, so daß der Müll in das Eingaberohr (29) fallen kann. Hier wird er mit Hilfe eines Stößels (30) in den Verbrennungssofen (1) eingeschoben. Damit sich das Eingaberohr (29) nicht zu stark aufheizt, ist zusätzlich eine Kühleinrichtung (31) vorgesehen.

Im Verbrennungssofen (1) rutscht der Abfall auf Grund der Neigung der Sohle (22) nach unten, wobei er auch durch nachkommenden Abfall vorwärts geschoben wird. Der Abfall wird erwärmt, getrocknet, entgast, vergast und verbrannt. Die Brennzone ist durch die Lage der primären Sauerstoffzufuhr (8) vorgegeben und kann durch eine entsprechende Zuflußregelung beeinflußt werden.

Die bei der Verbrennung anfallende Schlacke fließt über eine Schlackenrinne (32) in einen Schlackentopf (33), der in dem Schlackenausstrag (4) angeordnet ist. Im Bereich des Schlackentopfes (33) ist eine elektrische Heizwicklung (34) vorgesehen. Der Schlackentopf (33) kann nach Luftabschluß aus dem Schlackenausstrag (4) nach unten abgefahren werden.

Der Schlackentransport wird nicht nur durch die Neigung der Schlackenrinne (32) gefördert, sondern auch durch die schon oben beschriebene Möglichkeit, den Verbrennungssofen (1) um zwei Achsen verschwenken zu können. Hierzu ist der Verbrennungssofen (1) über das Eingaberohr (29) bzw. das Abgasrohr (3) in den Lagern (10, 11) drehbar aufgehängt. Er kann also um einen Winkel von 30° um eine durch das Eingaberohr (29) und das Abgasrohr (3) gehende Längsachse verschwenkt werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die Lager (10, 11) vertikal zu bewegen, angedeutet durch die Doppelpfeile E, F. Durch diese Bewegung kann die Neigung der Schlackenrinne (32) zusätzlich beeinflußt werden.

Auch das Abgasrohr (3) ist mit einer Kühlein-

richtung (35) versehen, damit es nicht unzulässig hohe Temperaturen annimmt. Die Verbindung des drehbar gelagerten Teils des Abgasrohrs (3) mit dem ortsfesten Teil geschieht über die Abgasrohrkupplung (36).

## Ansprüche

1. Verfahren zur thermischen Behandlung von Abfällen, insbesondere von Sonderabfällen, bei dem der Abfall einer Verbrennungskammer zugeführt und unter Anfall von Schlacke, Abgas und Flugstaub verbrannt wird, wobei der mit dem Abgas herausgeführte Flugstaub anschließend abgetrennt wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Flugstaub in eine Feinstaubfraktion aufgeteilt und nur die Grobstaubfraktion zurückgeführt und in die flüssige Schlacke unter Verdampfung der anhaftenden, flüchtigen Schadstoffe eingebunden wird, während die an der Feinstaubfraktion anhaftenden Schadstoffe wiedergewonnen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufteilung in Grob- und Feinstaubfraktionen bei einer Partikelgröße von 50 µm erfolgt.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Abgas mit der Feinstaubfraktion einer naß-physikalischen und/oder einer naß-chemischen Trennung unterworfen und dabei die Feinstaubfraktion in Schwermetalle und Schlackenanteile aufgetrennt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennung derart erfolgt, daß das Verbrennungswasser im Abgas kondensiert und dabei die Feinstaubfraktion aus dem Abgas ausgewaschen und das Kondensat anschließend destilliert werden, wobei die Schwermetalle aus dem Destillatrückstand wiedergewonnen werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Grobstaubfraktion in die Verbrennungskammer zurückgeführt und dort in die flüssige Schlacke eingebunden wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Grobstaubfraktion in eine solche heiße Verbrennungszone innerhalb der Verbrennungskammer eingeführt wird, daß die Partikel zumindest teigig werden.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Grobstaubfraktion dem Abfall vor der Verbrennungskammer (1) zugegeben und mit diesem in die Verbrennungskammer (1) eingeführt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlacke in der Verbrennungskammer einen längeren Zeitraum bis zur möglichst weitgehenden Verdampfung der Schadstoffe flüssig gehalten wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verbrennung des Abfalls im wesentlichen technisch reiner Sauerstoff verwendet wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Abfallverbrennung in der Verbrennungskammer (1) zweistufig erfolgt, wobei der Abfall in der ersten Stufe (5) unter Bildung flüssiger Schlacke und Abgas verbrannt und vergast wird und das Abgas in der zweiten Stufe (6) durch weitere Verbrennungsgaszugabe vollkommen verbrannt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlackentransport durch Schwenkbewegungen der Verbrennungskammer (1) um eine Längsachse gefördert wird.

12. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, mit einem Verbrennungsofen mit Verbrennungsgaszufuhr, einer Ofenzuführeinrichtung zum Einführen des Abfalls, einem Schlackenaustrag sowie mit einer Trenneinrichtung zur Abtrennung zumindest eines Teils der Flugasche aus dem Abgas, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Trenneinrichtung (14) und Verbrennungsofen (1) eine Rückführeinrichtung zur Rückführung einer abgetrennten Grobstaubfraktion des Flugstaubes in den Verbrennungsofen (1) vorgesehen ist und daß hinter der Trenneinrichtung (14) zumindest eine Trennstufe (15, 16) zur Wiedergewinnung der Schadstoffe vorgesehen ist, die an der die Trenneinrichtung (14) passierenden Feinstaubfraktion anhaften.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennstufe(n) (15, 16) die Feinstaubfraktion aus dem Abgas auswaschen und in Schwermetalle und Schlackenanteile auftrennen.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückführeinrichtung eine Preßeinrichtung für den Flugstaub aufweist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbrennungsofen (1) in zwei hintereinander liegende Ofenkammern (5, 6) aufgeteilt ist, wobei die Verbrennungsgaszufuhr (8, 9) hauptsächlich in der ersten Ofenkammer (5) mündet.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Ofenkammern (5, 6) durch eine einen Durchgang im Bereich der Ofenkammersohle (22) freilassende Trennwand (7) aufgeteilt sind.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der Trennwand (7) eine weitere Verbrennungsgaszufuhr (9) angeordnet ist.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbrennungsofen (1) um eine Längsachse und/oder Querachse verschwenkbar aufgehängt ist.

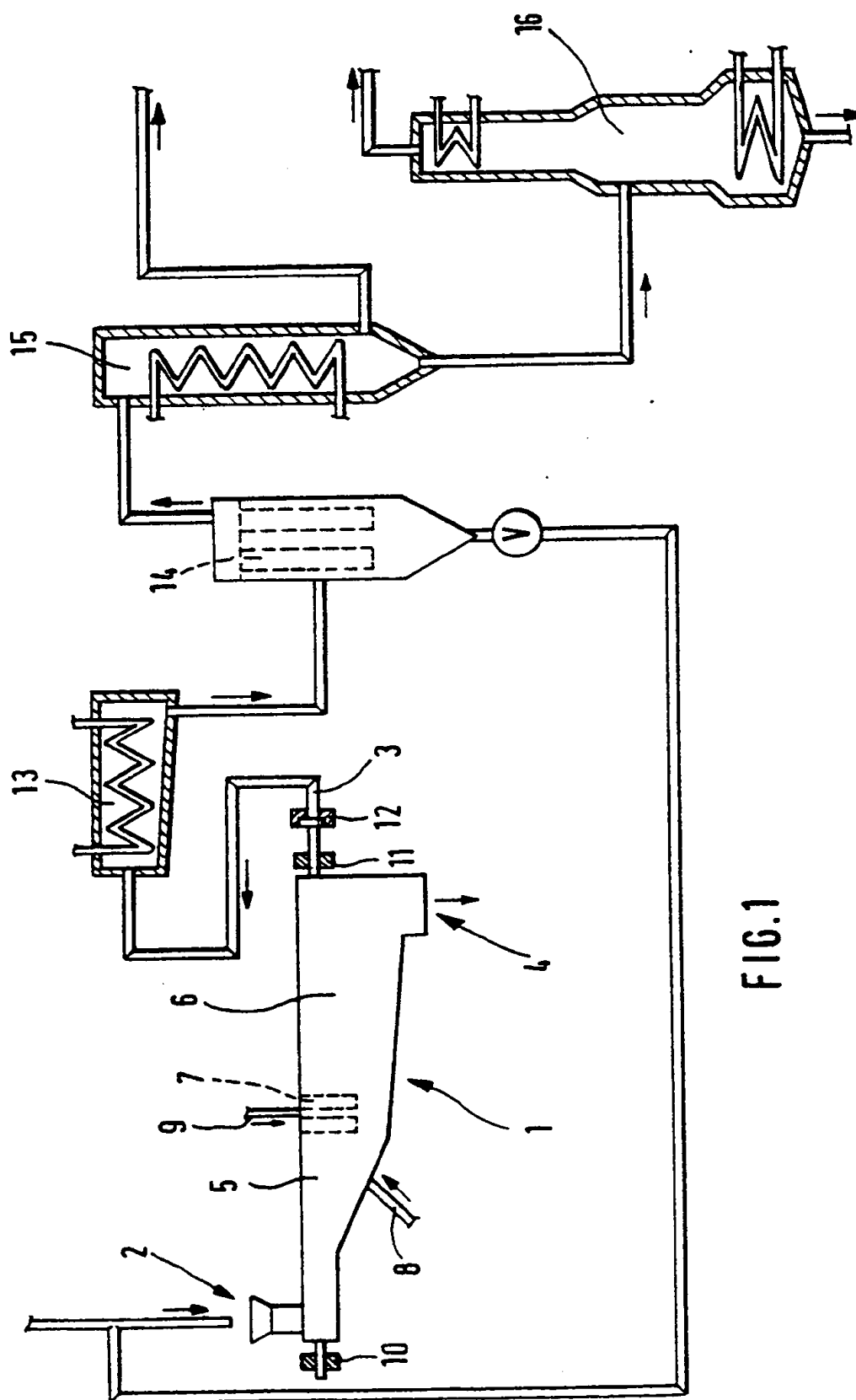


FIG. 1



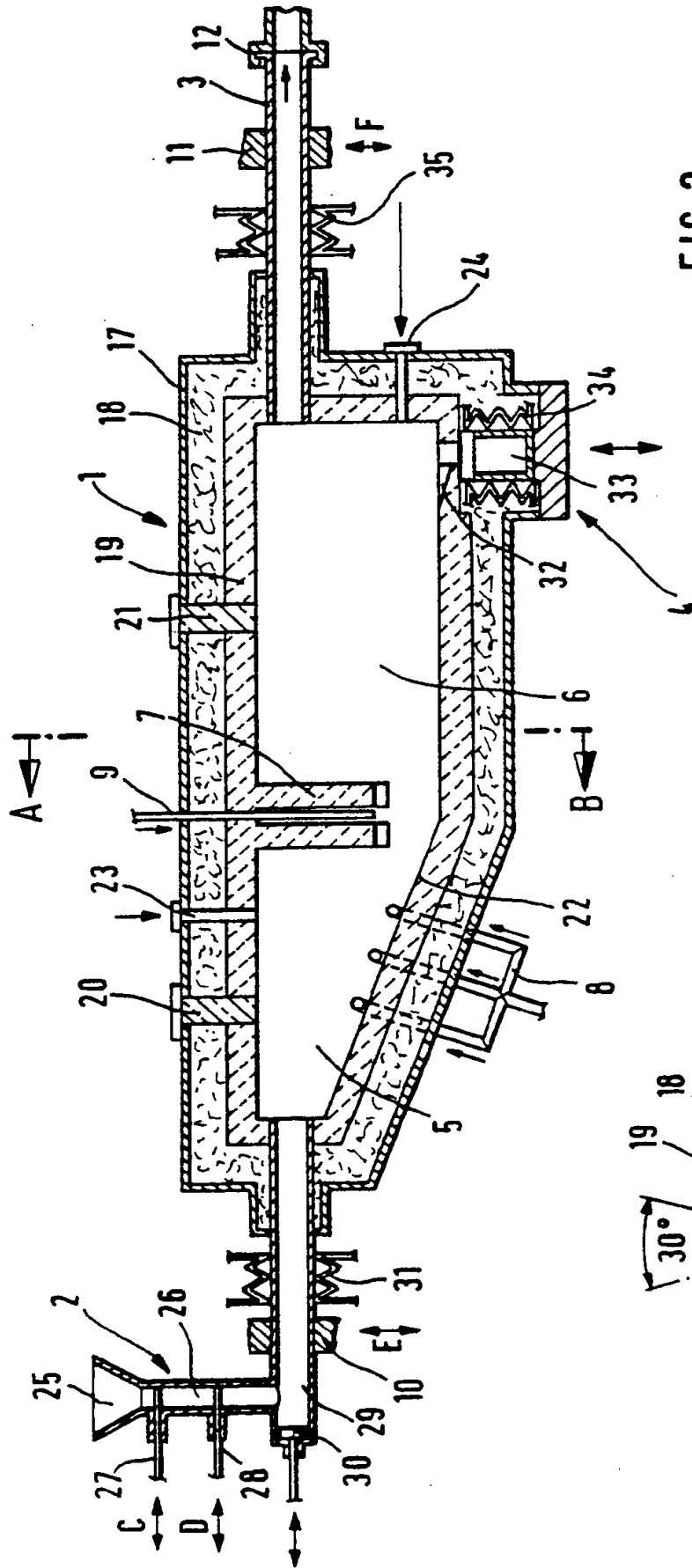


FIG. 2

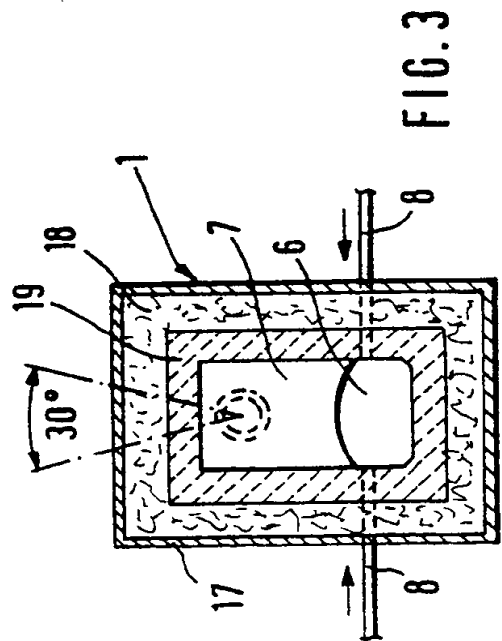


FIG. 3

1. The first part of the document is a letter from the President of the United States to the Congress, dated January 1, 1861. It is a very important document, as it sets out the President's views on the state of the Union and the course of action he proposes to take.

2. The second part of the document is a report from the Secretary of the Treasury, dated January 1, 1861. It contains a detailed account of the financial state of the country, and the measures proposed to meet the country's needs.

3. The third part of the document is a report from the Secretary of the Interior, dated January 1, 1861. It contains a detailed account of the state of the public lands, and the measures proposed to manage them.

4. The fourth part of the document is a report from the Secretary of the War, dated January 1, 1861. It contains a detailed account of the state of the military, and the measures proposed to strengthen it.

5. The fifth part of the document is a report from the Secretary of the Navy, dated January 1, 1861. It contains a detailed account of the state of the navy, and the measures proposed to improve it.

6. The sixth part of the document is a report from the Secretary of the State, dated January 1, 1861. It contains a detailed account of the state of the foreign relations of the country, and the measures proposed to improve them.

7. The seventh part of the document is a report from the Secretary of the Education, dated January 1, 1861. It contains a detailed account of the state of the public education system, and the measures proposed to improve it.

8. The eighth part of the document is a report from the Secretary of the Agriculture, dated January 1, 1861. It contains a detailed account of the state of the agriculture of the country, and the measures proposed to improve it.

9. The ninth part of the document is a report from the Secretary of the Commerce, dated January 1, 1861. It contains a detailed account of the state of the commerce of the country, and the measures proposed to improve it.

10. The tenth part of the document is a report from the Secretary of the Public Works, dated January 1, 1861. It contains a detailed account of the state of the public works of the country, and the measures proposed to improve them.

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **88111479.7**

51 Int. Cl. 4: **F23J 15/00 , F23G 5/16 ,**  
**F23L 7/00**

22 Anmeldetag: **16.07.88**

30 Priorität: **24.07.87 DE 3724563**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**25.01.89 Patentblatt 89/04**

64 Benannte Vertragsstaaten:  
**BE CH DE FR GB LI LU NL SE**

66 Veröffentlichungstag des später veröffentlichten  
 Recherchenberichts: **31.01.90 Patentblatt 90/05**

71 Anmelder: **Kernforschungsanlage Jülich**  
**GmbH**  
**Wilhelm-Jonen-Strasse**  
**D-5170 Jülich(DE)**

72 Erfinder: **Ringel, Helmut, Dr.**  
**Mühlengraben 12**  
**D-5162 Niederzier-Hambach(DE)**

74 Vertreter: **Paul, Dieter-Alfred, Dipl.-Ing.**  
**Fichtestrasse 18**  
**D-4040 Neuss 1(DE)**

54 **Verfahren zur thermischen Behandlung von Abfällen sowie Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.**

57 Abfall wird einer Verbrennungskammer (1) zugeführt und unter Anfall von Schlacke, Abgas und Flugstaub verbrannt, wobei der mit dem Abgas herausgeführte Flugstaub anschließend abgetrennt wird. Damit wesentlich geringere Mengen an mit Schwermetallen kontaminiertem Flugstaub anfallen und die Möglichkeit eröffnet wird, die Schwermetalle wiederzugewinnen, wird der Flugstaub (in einer Trenneinrichtung (14) in eine Grob- und Feinstaubfraktion aufgeteilt und nur die Grobstaubfraktion in den Verbrennungsofen (1) zurückgeführt und in die flüssige Schlacke unter Verdampfung der anhaftenden, flüchtigen Schadstoffe eingebunden, während die an der Feinstaubfraktion anhaftenden Schadstoffe in einer weiteren Trennstufe (15, 16) wiedergewonnen werden.

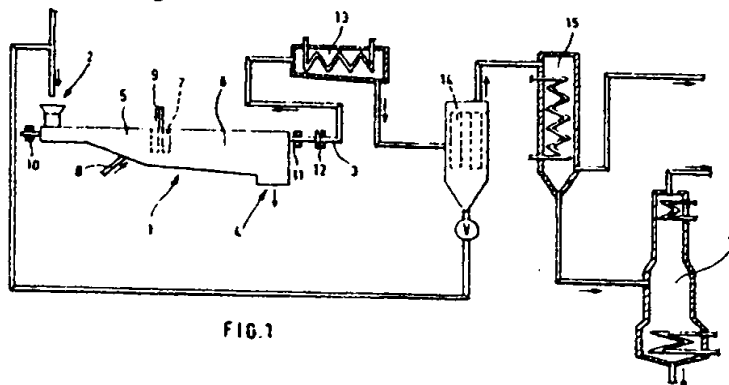


FIG. 1



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			EP 88111479.7														
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.) <b>X5</b>														
Y	DE - A1 - 3 320 466 (KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE) * Seite 4, Zeile 1 - Seite 9, Zeile 5; Fig. 1 *	1,3-8, 12,13	F 23 J 15/00 F 23 G 5/16 F 23 L 7/00														
Y	WO - A1 - 85/02 246 (MANUTAIR MOLLER) * Ansprüche 1,2,9; Fig. 1-4 *	1,3-8, 12,13															
A	--	11															
D,A	CHEMIKER-ZEITUNG, Chemische Apparatur, 84. Jahrgang, Nr. 17, 1960, Heidelberg R.RASCH "Flugasche, Schmelz- schlacke, Müllschlacke und ihre industrielle Verwertung" Seiten 564-567 * Seite 566 *	1,12															
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.) <b>X5</b>														
			A 62 D 3/00 B 01 D 50/00 B 01 D 51/00 B 01 D 53/00 F 23 G 5/00 F 23 G 7/00 F 23 J 3/00 F 23 J 15/00 F 23 L 7/00														
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.																	
Recherchenort <b>WIEN</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>24-11-1989</b>	Prüfer <b>BAUER</b>														
<table border="0"><tr><td>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</td><td>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</td></tr><tr><td>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</td><td>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</td><td>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>A : technologischer Hintergrund</td><td></td></tr><tr><td>O : nichtschriftliche Offenbarung</td><td></td></tr><tr><td>P : Zwischenliteratur</td><td></td></tr><tr><td>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</td><td>&amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</td></tr></table>				KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	A : technologischer Hintergrund		O : nichtschriftliche Offenbarung		P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist																
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument																
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument																
A : technologischer Hintergrund																	
O : nichtschriftliche Offenbarung																	
P : Zwischenliteratur																	
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument																